SANEAMENTO AMBIENTAL DOS TERRENOS DA PORTUCEL RECICLA SITUADOS NO INTERIOR DA ALBUFEIRA DO ALQUEVA

ENVIRONMENTAL REHABILITATION OF THE AREA OF PORTUCEL RECICLA INDUSTRIAL UNIT AT ALQUEVA RESERVOIR

Costa C. N., *CIGA, FCT/UNL, Quinta da Torre, Portugal, cnc@fct.unl.pt*
Águas C., *Egiamb Lda., Lazarim, Portugal, cesaraguas@gmail.com*
Presumido M., *WEBER Portugal, Lisboa, Portugal, madalenapresumido@weber.pt*
Curto P., *AMBIPOLIS, Telheiras, Portugal, pedrocurto@ambipolis.pt*

RESUMO

Esta comunicação analisa as razões porque os trabalhos realizados durante a empreitada de desmantelamento e saneamento ambiental da Portucel Recicla, em Mourão - na qual foram removidos cerca de 267.000 t de resíduos e "solos da interface", 113.000 t de lamas provenientes das lagoas de tratamento e das bacias de armazenamento e 10.000 t de solos e betão contaminados com hidrocarbonetos dos terrenos de fundação da fábrica, foram subavaliados no Plano de Encerramento. Apresenta ainda a solução encontrada para a valorização das lamas como material de cobertura de aterros sanitários.

ABSTRACT

This paper analysis the reasons why the works performed during de dismantling and environmental cleaning of Portucel Recicla, at Mourão, – where about 267.000 t of waste an "interface soils", 113.000 t of sludge coming from treatment lagoons and storage basins and 10.000 t of soils and concrete contaminated with hydrocarbons removed from the basement of the factory were dug – had been underestimated. It presents also the solution found for sludge valorization as cover material for sanitary landfills.

1. INTRODUÇÃO

Na sequência do encerramento em Maio de 2001 da unidade fabril da Portucel Recicla, em Mourão, a EDIA, entidade com atribuições na concepção, construção e exploração das infra-estruturas do Alqueva, ao tomar posse administrativa dos terrenos, optou por um procedimento que lhe assegurasse a despoluição efectiva dos terrenos da Portucel Recicla tendo em conta algumas condicionantes específicas, nomeadamente o curto prazo de enchimento da albufeira do Alqueva e a necessidade de garantir o menor impacte possível na qualidade das águas. Consequentemente, mandou proceder à execução da demolição da fábrica, remoção dos resíduos e despoluição dos terrenos. Para o efeito, a EDIA pagou 49,2 milhões de euros, um valor dez vezes ao superior ao inicialmente previsto.

O Tribunal de Contas, no relatório de conclusões de uma auditoria ao empreendimento do Alqueva refere que os custos da EDIA com a Portucel Recicla sofreram um "desvio" que revela que o valor inicialmente calculado «não respeitou o princípio da razoabilidade do acordado e o princípio do poluidor-pagador», uma vez que "o valor acordado foi calculado com base quer em informação disponibilizada pela Portucel Recicla", entidade que deveria conhecer a extensão e o volume das lamas e outros resíduos. A subestimativa destes encargos implicou que o processo

de expropriação da unidade fabril custasse mais do dobro do inicialmente acordado, ao passar de 29,8 milhões para 74 milhões de euros.

Esta comunicação pretende demonstrar que a execução de estudos geológico-geotécnicos detalhados, a realizar em fase anterior ao desmantelamento, poderia ter evitado esta situação.

2. BREVE SÚMULA HISTÓRICA DO PROCESSO PRODUTIVO E DA GESTÃO DE RESÍDUOS

A antiga unidade fabril da Portucel, em Mourão (figura 1), foi a maior produtora de papel reciclado, utilizado no fabrico de embalagens de cartão canelado. O início da laboração deu-se em 1955. O processo de fabrico da unidade sofreu alterações no decurso do tempo. O mesmo se verificou com as matérias-primas utilizadas e, consequentemente, com os resíduos gerados. Inicialmente a matéria-prima era, essencialmente, palha de cereais. A partir de 1976 passou também a utilizar eucalipto. Em 1982 começou a incorporar papel usado, nós de madeira incozidos e lamas de pasta de papel. Com as sucessivas alterações no processo de fabrico, a unidade terá ainda constituído um destino preferencial para o encaminhamento de matérias-primas de menor qualidade e de rejeitados de outras unidades fabris da Portucel.
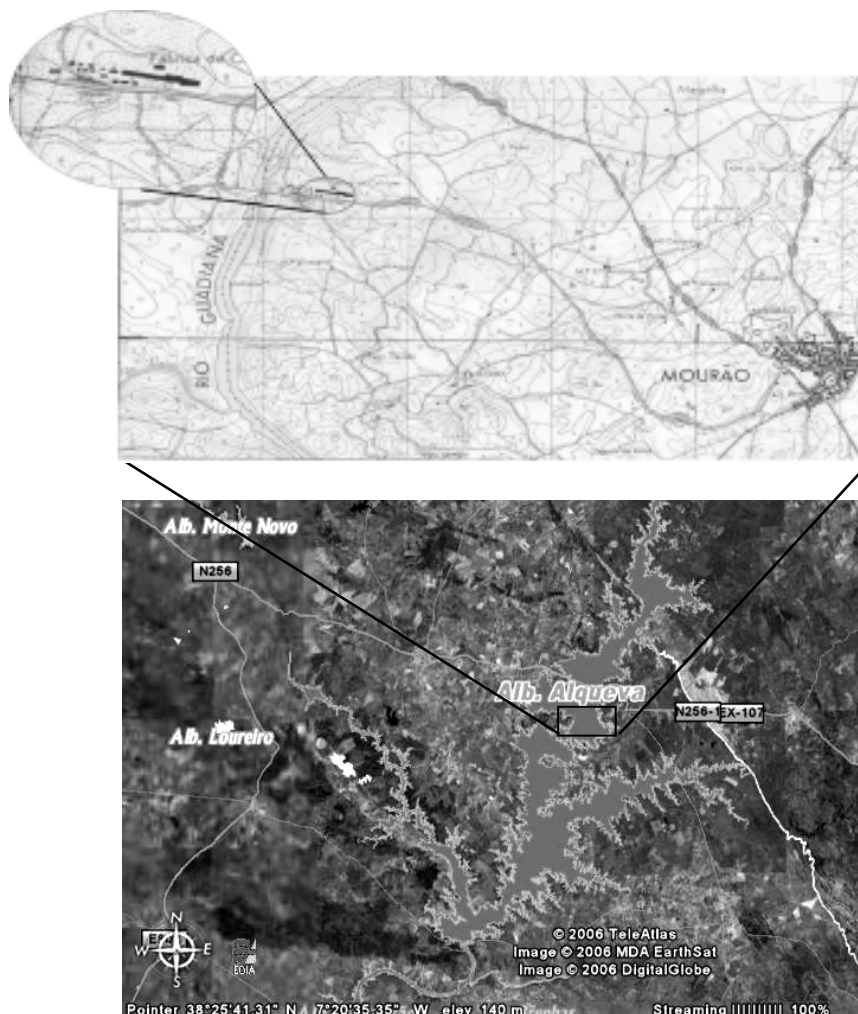
Figura 1 – Localização da antiga unidade fabril da Portucel Recicla em Mourão

Os resíduos produzidos foram, desde o início de laboração da unidade, depositados no interior do perímetro fabril, na área Norte das instalações de produção, adjacente ao parque de matérias-primas, num vale encaixado no qual se desenvolvia uma linha de água afluente do rio Guadiana. O depósito de aterro, desprovido de qualquer protecção ambiental – seja em termos de sistema de impermeabilização, seja de drenagem e tratamento de lixiviados – apresentou um crescimento substancial principalmente nos últimos anos de laboração, após começar a receber o papel para reciclar e os rejeitados das outras fábricas que geravam uma grande quantidade de resíduos, tendo-se estendido desde o parque de matérias-primas até para fora do limite oeste da vedação. A necessidade de expansão do parque de matérias-primas motivou a construção de uma laje de betão armado sobre os resíduos, na área mais antiga do depósito.

Por sua vez, o processo de tratamento de efluentes consistia no lançamento para 3 lagoas escavadas no terreno granítico, também elas sem qualquer sistema de protecção ambiental, nas quais se processava a decantação natural, após o que procediam a descarga numa ribeira afluente do rio Guadiana.

Apesar dos factos acima enunciados, reveladores de uma deficiente gestão ambiental, parece nunca ter havido, quer por parte dos responsáveis da unidade fabril, quer das autoridades ambientais, uma percepção clara da real dimensão do problema, o que objectivamente concorreu para a sua desvalorização no momento anterior ao desmantelamento da fábrica e ao saneamento ambiental da área afectada. Várias razões poderão ter concorrido para essa situação:

a) As constantes modificações no processo de fabrico, nas matérias-primas utilizadas e, consequentemente, nos resíduos gerados, sempre no sentido da maior complexidade, poderão ter concorrido para um grande desconhecimento relativamente ao tipo e quantidades de resíduos depositados ao longo do tempo.
b) Por se encontrar estabelecida numa região remota, e portanto de baixa consciência e exigência ambiental, os responsáveis pela unidade não se encontravam sujeitos a pressões externas, tanto por parte das populações como das autoridades regionais e locais, no sentido de implementar as práticas ambientais apropriadas.
c) A legislação nacional em matéria de contaminação de terrenos era (e continua a ser) omissa e não contempla um quadro jurídico rigoroso e de implicações ambientais decorrentes. Por outro lado, a escassa disponibilidade de meios e equipamentos para a implementação no terreno de programas de descontaminação e a fraca experiência nesse domínio, são factores que introduzem grandes incertezas técnicas e financeiras na avaliação dos trabalhos a efectuar.

Em conclusão: a falta de legislação específica e o atraso no campo técnico relativamente à descontaminação de terrenos favoreceu uma atitude de desresponsabilização por parte da entidade poluidora, que se reflectiu numa sub estimação dos trabalhos de saneamento ambiental a realizar com, o encerramento da unidade.

3. TRABALHOS DE INVESTIGAÇÃO *IN SITU* REALIZADOS COM O PLANO DE ENCERRAMENTO

O lançamento do concurso público internacional para a realização dos trabalhos de desmantelamento e saneamento ambiental foi precedido de um conjunto de trabalhos de prospecção geotécnica e de ensaios efectuados ainda antes do encerramento da unidade, com o objectivo de fixar com o necessário rigor os tipos e quantidades de trabalhos a realizar na empreitada de desmantelamento, a cargo do consórcio CME/Seth. Porém verificou-se uma

conjunção de uma série de factores desfavoráveis e de limitações que concorreram para uma acentuada sub-avaliação dos trabalhos a executar.

3.1 Prospecção geotécnica e ensaios insuficientes

A campanha de prospecção foi executada durante o mês de Dezembro de 2000, em condições meteorológicas desfavoráveis e com a unidade fabril ainda em actividade, o que dificultou e obrigou à interrupção dos trabalhos por diversas vezes. No depósito de resíduos, em especial na zona coberta pela laje de betão, assim como em algumas bacias enterradas de lamas, a prospecção foi manifestamente insuficiente, o que não permitiu delimitar com rigor a área ocupada pelos resíduos. Em alguns casos, como nas bacias de lamas, onde estavam previstas colheitas de amostras, uma vez que a consistência das lamas era insuficiente para sustentar o equipamento necessário, optou-se por utilizar o PDL (penetrómetro dinâmico ligeiro) que apenas forneceu indicações de tipo indirecto quanto à sua espessura.

Por sua vez, também os ensaios e análises realizados terão sido insuficientes, tanto em quantidade como nos parâmetros analisados. Um dos factores que mais terá contribuído para a subavaliação das quantidades em termos de peso (factor crítico no custo dos transportes) prende-se com o valor indicado para a densidade dos resíduos, que terá sido feita apenas com base em 3 ensaios, todos eles efectuados na zona do depósito a descoberto. O valor adoptado, de 0,5, veio a revelar-se inferior ao real, uma vez que não teve em conta o aumento da densidade em profundidade, devido ao peso próprio dos resíduos e à existência de quantidades significativas de terras no interior do depósito, resultantes de acções de cobertura realizadas pela Portucel para consolidar o aterro.

Finalmente, no que respeita às lamas, o valor adoptado para a densidade - 0,85 - não tomou em consideração a mistura com terras que resultava da constante remobilização dos terrenos por parte da Portucel e do seu aumento com a profundidade nas bacias enterradas.

Em conclusão, não só as áreas e as espessuras, e por consequência, os volumes do aterro de resíduos e das bacias de lamas foram subavaliados, como a densidade dos resíduos em aterro e das lamas foram subestimados, quer devido ao desconhecimento da morfologia dos depósitos quer pela utilização de métodos de avaliação insuficientes, o que conduziu a uma drástica subavaliação das quantidades que teve um impacte decisivo na subavaliação dos custos de transporte, calculados com base no peso dos resíduos a levar a destino final.

3.2 Subavaliação da contaminação

A extensão e o grau de contaminação por hidrocarbonetos - em especial nas caves sob as máquinas e nas oficinas e sob os depósitos de fuel -, foram, não só manifestamente subavaliados pela Portucel, responsável pelo Plano de Encerramento, como grosseiramente agravados nos últimos tempos de laboração (que se estendeu por mais 6 meses após o Plano de Encerramento) e, principalmente, pela fase de desmantelamento de equipamentos presumivelmente recuperáveis efectuada por uma empresa tunisina cujas práticas ambientais eram absolutamente condenáveis, que se vieram a somar ao facto de os equipamentos não terem sido previamente sujeitos a limpeza e desgaseificação por parte da Portucel; nesse período houve corte sistemático de tubagens com derrames importantes para o solo, do que resultou contaminação extensa.

4. TRABALHOS REALIZADOS EM OBRA

4.1 Remoção de resíduos em depósito e de solos da interface

Em fase de obra verificou-se, não só, que a extensão real do depósito de resíduos era superior ao real, como a forma da secção do aterro correspondia a uma caixa (talhada no vale de uma linha de água) resultado de escavações prévias efectuadas para aumentar a capacidade do aterro. Por outro lado, houve necessidade de remover resíduos para lá da área consignada, para completar o saneamento ambiental dos terrenos.

Finalmente, apesar de não constarem do inventário do Plano de Encerramento, verificou-se existirem no interior do aterro, resíduos perigosos, nomeadamente, bidões com corantes, baterias usadas e materiais contaminados com hidrocarbonetos, o que obrigou à remoção total e rigorosa dos resíduos em depósito e dos solos de interface, tendo em vista garantir que a qualidade da água da albufeira do Alqueva não viesse a ser posta em risco.

Embora no Plano de Encerramento se tivesse considerado a espessura de apenas 0,5 m, no decorrer da obra foi necessário estender o conceito de "solos de interface" a uma realidade bem diferente da prevista e que consistia no facto de, entre os resíduos e o solo ocorrer normalmente uma espessa camada de mistura de solos e resíduos. Em várias situações foi verificado que, devido ao contacto durante décadas com os resíduos, os solos ficam impregnados de lixiviados, apresentando a característica coloração negra até profundidades que chegavam a atingir 3,5 m abaixo da base estimada do depósito.

No total foram removidos cerca de 267.000 t de resíduos e solos de interface, correspondendo a cerca de 180.000 m^3 removidos do aterro e da fundação (e não 120.000 m^3 de resíduos, mais 6.000 t de solos de interface, como foi inicialmente estimado), equivalendo a uma densidade próxima de 1,5, isto é, cerca de 3 vezes superior à esperada (figura 2).

Figura 2 – Remoção dos resíduos em aterro na interface com os solos de fundação, e saneamento da fundação do aterro

4.2 Remoção de lamas

O sistema de tratamento de águas residuais existente nas instalações da Portucel Recicla consistia em 3 lagoas paralelas, escavadas nos terrenos graníticos existentes a Sul da unidade fabril. O efluente era depois descarregado directamente numa linha de água afluente do rio

Guadiana. Este sistema originava lamas, que eram retiradas periodicamente para bacias escavadas nos terrenos, que iam sendo encerradas e cobertas com terras.

Durante a empreitada foram removidos cerca de 113.000 t de lamas provenientes das lagoas de tratamento e das bacias de armazenamento, correspondentes a cerca de 76.400 m^3 (e não 48.540 m^3, como foi inicialmente estimado). O aumento das quantidades ficou a dever-se em grande medida, ao facto de que, não só as lagoas de tratamento mas também os aterros que as confinavam terem sido construídos, em parte, com lamas resultantes da limpeza das lagoas, tendo por isso de ser removidos (figura 3).

Figura 3 – Remoção de lamas dentro das lagoas de tratamento

4.3 Remoção de betão e solos contaminados com hidrocarbonetos

Foram removidos mais de 10.000 t de materiais contaminados com hidrocarbonetos, incluindo betão e solos. O maior desvio face ao estimado no Plano de Encerramento corresponde ao betão contaminado: estava prevista a remoção de apenas 100 t quando se verificou ser superior a 4.700 t. Nas áreas referidas pelo Plano de Encerramento não estavam contempladas as caves das máquinas; a contaminação aí encontrada, nomeadamente em pilares, vigas e escadas, obrigou à remoção para aterro de resíduos perigosos em Espanha, dada a sua inexistência em Portugal (figura 4).

Figura 4 – Saneamento das fundações das caves da fábrica da Portucel Recicla

4.4 Modelação dos terrenos

A quantidade de escavação em solo ripável e subsequente aterro compactado com solos provenientes da escavação, inerente à modelação final dos terrenos, foi de cerca de 120.000 m^3, em vez dos 34.000 m^3 previstos, o que está directamente relacionado com as quantidades de resíduos e lamas removidos (figura 5).

Figura 5 – Modelação dos terrenos de fundação do depósito de resíduos e das lagoas de tratamento

5. VALORIZAÇÃO DAS LAMAS

5.1 Introdução

De entre os vários destinos possíveis considerados para as lamas foram identificados, no Plano de Encerramento, a valorização agrícola, a valorização energética e a eliminação por deposição em aterro controlado. Dado que, para as duas primeiras alternativas, se considerou haver necessidade de investigações adicionais, incompatíveis com a urgência de tomada de decisão a curto prazo, a EDIA optou pela deposição em aterro.

Em conformidade com este destino final, o consórcio responsável pela empreitada de saneamento ambiental apresentou uma solução de valorização das lamas que se baseou na sua caracterização em duas vertentes fundamentais:

a) caracterização química-ambiental, em particular no que se refere à presença de substâncias perigosas que pudessem inviabilizar a utilização das lamas devido à natureza e teor de contaminantes;

b) caracterização física (mineralógica) e mecânica (geotécnica), tendo em vista definir as condições de aplicação nos aterros sanitários.

A solução encontrada, e que consistiu na utilização em camadas de cobertura diária de aterro e selagem de lixeiras fundamentou-se em investigação realizada sobre modernas práticas suportadas por aplicações recentes no Canadá e nos E.U.A. (Burnotte, 2000), segundo os quais as fibras celulósicas resultantes da rejeição dos processo de produção de papel, em conjunto com um filer mineral (designadamente calcite e caulino), podem constituir um material geotécnico de baixo custo.

5.2 Trabalhos efectuados e resultados obtidos

Foram recolhidas 61 amostras a partir de 30 pontos de prospecção localizados nas várias lagoas de tratamento e bacias de armazenamento de lamas.

5.2.1 Caracterização química e mineralógica

Os resultados das determinações analíticas, realizadas nos laboratórios da Quimitécnica (Portugal) e da Analytico (Holanda) mostraram que as concentrações em metais pesados eram bastante reduzidas, ao passo que os óleos minerais, especialmente os de cadeia longa, apresentavam teores elevados, na ordem dos 2.000 mg/kg, ainda assim abaixo do valor de intervenção definido na legislação holandesa (5.000 mg/kg). Nas amostras colhidas nas lagoas de tratamento verificou-se a presença generalizada de ftalatos, em concentrações por vezes acima do valor de intervenção (60 mg/kg). Por sua vez as concentrações em PAH, dioxinas e furanos eram muito reduzidas.

Os resultados obtidos permitiram classificar as lamas como um resíduo não perigoso, sem limitar a sua aplicação em aterro sanitário. Refira-se que no processo transfronteiriço de lamas para Espanha, as lamas foram equiparadas a RSU pelas entidades envolvidas, CMA (*Complejo Medioambiental de Andalucia)* e Junta de Andaluzia, para efeitos de deposição em aterro, após caracterização química-ambiental.

Na caracterização mineralógica efectuada no Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro, destacou-se a elevada concentração de calcite, que deverá ter origem nas adições efectuadas para correcção do pH das águas. A presença deste mineral revela-se benéfica nesta solução de valorização, por constituir parâmetro associado à capacidade tampão. Na fracção fina dominou a caulinite.

5.2.2 Caracterização geotécnica laboratorial

Os ensaios geotécnicos, realizados nos laboratórios de Mecânica dos Solos do Departamento de Engenharia Civil da FCT/UNL, consistiram na determinação do teor em água natural e da densidade das partículas sobre 16 amostras, na realização de ensaios edométricos e de compactação Proctor normal sobre 8 amostras e de corte directo sobre 4 amostras. As gamas de variação dos resultados obtidos são apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1- Resultados dos ensaios geotécnicos laboratoriais

Localização	Teor em água	Densidade partículas	Proctor normal		Corte directo		Consolidação	
	w_n (%)	G	γ_d (kN/m^3)	w_{opt} (%)	c' (kPa)	Φ' (º)	C_c	e_0
Lagoas	317,3 a 537,6	1,21 a 1,59	-	-	-	-	-	-
Bacias	46,4 a 242,8	1,37 a 2,39	5,7 a 15,1	20,3 a 113	16 a 40	26 a 39	0,230 a 1,179	0,633 a 3,186

As amostras colhidas nas lagoas apresentam, naturalmente, teores de água muito superiores (em regra acima dos 300%) aos das bacias de armazenamento, divisão que também se verifica na

densidade das partículas sólidas, com densidades em torno de 1,25 nas lagoas e já próximas de valores típicos de um solo nas bacias.

Os ensaios de compactação foram realizados apenas em amostras de lamas com densidade de partículas superior a 1,9, características mais próximas das condições em que se verificará a sua aplicação.

Os ensaios de consolidação foram programados para os patamares de tensão de 14-28-55-83 kPa, de acordo com a experiência da Universidade de Sherbrooke (Canadá) para este tipo de materiais, tendo sido ampliados para os patamares de 110 e 138 kPa nas últimas 2 amostras de forma a ter uma ideia mais rigorosa dos valores de C_c e e_0.

Para os ensaios de corte directo, à semelhança do que foi realizado para os ensaios de consolidação, as amostras foram compactadas em molde Proctor com teor em água superior em 4% aos w_{opt} obtidos nos ensaios de compactação, tendo sido inicialmente adoptadas as cargas de consolidação vertical recomendadas 14-28-55-83 kPa, posteriormente aumentadas para 225 kPa, de forma a permitir estimar com rigor a resistência ao corte em situações em que os materiais estejam colocados em camadas inferiores de aterros com altura superior a 5 m, mesmo com compactação adequada.

5.2.3 Ensaios de compactação *in situ*

Tendo em vista avaliar as condições de execução das camadas de cobertura de aterros com as lamas provenientes da Portucel Recicla foram conduzidos ensaios de compactação *in situ* sobre um aterro experimental. O aterro foi compactado, camada a camada com tractor de rastos do tipo D6 da Catterpillar, após a passagem dos dumpers que efectuaram o transporte e descarga das lamas (figura 6).

Foram realizados 10 ensaios com o gama-densímetro (Troxler) até à profundidade de 30 cm. Os graus de compactação variaram entre os 83 e os 95%, tendo-se verificado não existir grande variação entre os 10 e os 30 cm, onde se obtiveram valores entre os 90 e os 95%, enquanto que na zona mais superficial (5 cm de profundidade) se ficou aquém dos 85%).
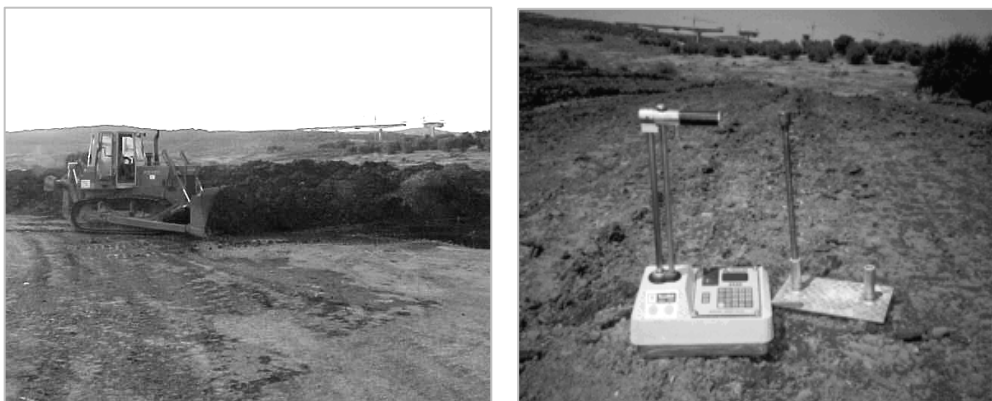
Figura 6 – Compactação do aterro experimental e respectivo ensaio com gama-densímetro

6. CONCLUSÕES

As sucessivas alterações no processo de fabrico e nos resíduos gerados, as deficientes práticas de gestão ambiental, a reduzida consciência ambiental e a ausência de pressões externas e, finalmente, um enquadramento legal omisso e "estado de arte" recuado, no que se refere à problemática de descontaminação de terrenos, estiveram na base de uma clara subavaliação dos custos de saneamento ambiental da fábrica da Portucel Recicla, em Mourão. Por outro lado, os estudo realizados para o Plano de Encerramento, nomeadamente em termos de prospecção geotécnica, amostragem e ensaios, executados em condições desfavoráveis, conduziram a uma subavaliação quantitativa e qualitativa com fortes repercussões na estimativa das quantidades de resíduos e solos contaminados a remover e transportar a destino final. Finalmente, a deficiente operação e manutenção dos últimos meses de laboração e, principalmente, as condições em que se processou a desmontagem dos equipamentos agravaram significativamente a extensão e grau de contaminação de solos e betão por hidrocarbonetos.

Por sua vez, a caracterização química, mineralógica das lamas da Portucel Recicla permitiu classificá-las como um resíduo não perigoso compatível com a sua colocação em aterro de RSU. A caracterização geotécnica permitiu concluir que as lamas, especialmente quando misturadas com solos saneados das bacias de armazenamento, apresentam características favoráveis para constituir um material geotécnico de baixo custo para camadas de cobertura de aterros sanitários e de selagem de lixeiras, e que equipamentos correntes de compactação atingem um grau de compactação satisfatório.

7. REFERÊNCIAS

[1] Burnotte, F., Lefebvre, G., Cabral, A.R., Audet, C., and Veilleux, A.. – Use of deinking residues for the final cover of a MSW landfill. Proc. 53rd Geotechnical Canadian Conf., Montréal, Oct., Volume 1, (2000), Páginas 585-591.

[2] CME/Seth – Caracterização geotécnica-ambiental das lamas da Portucel Recicla com vista à sua aplicação em camadas de cobertura de aterros sanitários. Relatório não publicado. (2001)